

The validation of bio-electrical impedance spectroscopy (BIS) for measuring body composition in patients

Citation for published version (APA):

Cox-Reijven, P. L. (2002). *The validation of bio-electrical impedance spectroscopy (BIS) for measuring body composition in patients*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Universiteit Maastricht. <https://doi.org/10.26481/dis.20021114pc>

Document status and date:

Published: 01/01/2002

DOI:

[10.26481/dis.20021114pc](https://doi.org/10.26481/dis.20021114pc)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Summary

Introduction

Nutritional assessment is an essential part of clinical care. Because clinical depletion has adverse effects on recovery and increases complication rates and mortality, early diagnosis as well as monitoring of the nutritional status of patients is important. In clinically depleted patients the body cell mass, the metabolic active part of the body, is decreased. Body composition measurements are necessary to quantify this loss. At present no suitable methods for routine clinical use are available. Most methods are too expensive, too cumbersome or not reliable in patients. Bio-electrical impedance analysis (BIA) is a cheap, portable method suited for repeated body composition measurements that may be of value for clinical application. BIA is based on measuring the resistance of an alternating current in the body. The current will flow mainly through the electrolyte rich fluid compartments of the body whereas bone and fat only marginally contribute to the conduction due to their high resistance. The lower the resistance the larger the electrolyte rich fluid compartment. This bio-electrical characteristic serves as the basis for computing body compartments.

There are different approaches in use for calculating body composition based on BIA measurements. Single-frequency BIA (SF-BIA) measures resistance (R) at one frequency (50 kHz) and regression equations based on the resistance index (L^2/R) are used to calculate total body water (TBW) or fat free mass (FFM). *This approach has an acceptable accuracy in healthy persons but in sick people, in which fluid imbalance is often present, the method is less accurate.* Furthermore, SF-BIA is not able to measure intracellular (ICW) and extracellular water (ECW) separately. Because clinical depletion is characterized by a decrease in ICW often accompanied by ECW expansion, TBW values are unable to assess the loss of body cell mass. For nutritional assessment in clinical settings both fluid compartments have to be quantified.

Multifrequency BIA (MF-BIA) measures impedance at different frequencies. At low frequency the current will only pass through the ECW because cell membranes and tissue interfaces act as capacitors. At high frequencies this capacitive property is lost and current passes through both ECW and ICW. Resistance values measured at low and at high frequencies are used to predict ECW and TBW based on the resistance index at the specific frequencies. Bioelectrical impedance spectroscopy (BIS) measures impedance at a range of frequencies (usually 50) and data are fit to a theoretical model, the Cole-Cole model from which the resistance at zero and infinite frequency (R_{inf}) are extrapolated. This procedure provides resistance values of ICW (R_{icw}) and of ECW (R_{ecw}). These R -values can be used to calculate fluid volumes based on regression equations or by use of equations based on physical laws, the mixture equations. Theoretically the mixture approach should be less population specific than the regression approach. For clinical use this approach is very attractive. However, at present it is unclear if the mixture approach is universally applicable.

The aim of the studies presented in this thesis was to assess the validity of BIS, with and without employing mixture equations, for measuring TBW and ECW in different patient groups and for measuring changes in these fluid compartments. TBW and ECW measured by BIS were compared with results from gold standard methods, the deuterium- and bromide dilution methods respectively. The secondary aim was to identify confounding factors. Patients deviating in body composition from normal subjects were included, obese patients with excess fat mass, dialysis patients with ECW expansion, children with cystic fibrosis and patients with gastrointestinal disease with decreased body cell mass.

Obesity

In a population differing in the degree of overweight the regression and mixture approach were compared (Chapter 2). While the regression approach underestimated both TBW and ECW by 1.1 L, the mixture approach only underestimated ECW by 0.8 L. The correlations

with the dilution methods and the standard errors of estimation (SEEs) for TBW and ECW were comparable for the two approaches. Further analysis of the mixture approach revealed that prediction errors for TBW and ECW correlated with the body mass index (BMI). Recalculation of the constants used in the model showed that K_{ecw} , a constant used in the equations to calculate ECW, and the specific resistivities of ECW (ρ_{ecw}) and ICW (ρ_{icw}) also correlated with BMI. From this study it was concluded that the mixture approach was slightly more accurate than the regression approach, but not sensitive enough for clinical use. The finding that the constants used in the mixture model varied with the degree of overweight should be studied further in order to optimise the model.

Morbid Obesity

In morbidly obese subjects who underwent gastric reduction surgery the accuracy of BIS to measure changes in body composition during severe weight loss was tested (Chapter 3). Patients were measured before operation and 2 weeks, 3 months and 1 year after operation. After one year the mean weight loss was 53 kg, of which 12 kg was fat free mass and 41 kg fat mass. TBW loss was 8.7 L and ECW loss 4.3 L. Comparison of BIS, with application of mixture equations, with the reference methods for measuring all possible changes over 6 time intervals revealed a mean overestimation of TBW (2.4 L, SD=2.9) and ECW (0.74 L, SD=2.6) losses by BIS. The degree of overestimation correlated with the change in body weight and with the relative loss of fat mass, expressed as percentage fat of the weight loss or as change in triceps skinfold. This finding could explain why short-term losses were measured more accurately by BIS than long-term losses associated with large fat losses. For an ideal agreement between BIS and the golden standard, the values of the resistance of ECW and ICW and changes in these values were calculated and compared with the measured values. Measured changes in R_{ecw} and R_{icw} were smaller than expected changes. The factor weight in the mixture equations, used to estimate total body volume, might be responsible for these findings. It was hypothesized that the actual conducting body volume in obese subjects is overestimated by mixture equations.

Comparison of the regression and the mixture approach for measuring changes in body composition during severe weight loss revealed that relative changes in the resistance index of R_{ecw} , R_{icw} and R_{inf} were in the same order as relative changes in ECW, ICW and TBW, while mixture equations systematically overestimated long-term losses of the fluid compartments (Chapter 4). These results confirmed the hypothesis that mixture equations overestimate the change in conducting body volume during severe weight loss.

Hemodialysis patients

In hemodialysis patients BIS with use of mixture equations underestimated TBW by 6.9 L and ECW by 2.3 L and limits of agreement were very wide (Chapter 5). The error of BIS was significantly correlated with the relative magnitude of TBW and ECW compartments, expressed as TBW:body weight and ECW:body weight. In contrast to the low agreement between absolute fluid volumes measured by BIS and the dilution methods, changes in ECW measured by BIS were significantly correlated with changes in body weight both during isolated ultrafiltration ($r=0.83$) and hemodialysis ($r=0.76$). This correlation was not found for TBW changes.

Segmental measurements

In Chapter 6 results of the traditional hand-to-foot measurements were compared with hand-to-hand and foot-to-foot measurements as alternatives for clinical use. Measurements were performed in a population with different degrees of overweight to study the influence of body

geometry. Recw, Ricw and R50 values of the hand-to-foot measurements could be accurately described as a function of Recw, Ricw and R50 values of the two alternative measurements. The degree of overweight did not affect this relationship. However, the relative circumferences of arms and legs (expressed as the ratio circumference arm / circumference leg) and the length of the trunk influenced the relationship between R values of the three different measurements. The precision of TBW, ECW and ICW predictions based on the resistance index of R values from hand-to-hand measurements were comparable with the traditional hand-to-foot measurements. The foot-to-foot measurements gave slightly less accurate results.

Cystic fibrosis

In children with cystic fibrosis the validity of BIS with mixture equations for monitoring body composition was compared with the dilution methods, with dual energy X-ray absorptiometry (DXA) and the skinfold method (Chapter 7). Children were measured three times with intervals of 6 months. BIS with mixture equation underestimated TBW by 2.9 L, fat free mass by 3.4 kg and overestimated fat mass by 4.3 kg. Results of the skinfold method were more in agreement with DXA results than BIS. Changes in body compartments measured with BIS or with the skinfold method did not differ from the changes measured with the reference methods. However, for BIS TBW, ECW and FFM changes calculated with mixture equations were not significantly correlated with changes measured by the dilution methods and DXA. In contrast, changes in the resistance index at low frequencies, L^2/Recw and $L^2/\text{R50}$, correlated with changes in FFM measured by DXA. It was argued that the good results of the skinfold method compared with BIS could be explained by the contribution of the factor weight in the equations converting skinfold thicknesses to fat- and fat free masses. As the sum of skinfolds did not significantly change during the study period, calculated changes in fat- and fat free mass were due to weight changes. The lack of good agreement between BIS and the reference methods for measuring changes may be due to the fact that changes were relatively small and that disease specific alterations in electrophysical membrane properties may be present.

Gastrointestinal disease

In patients with gastrointestinal disease (Chapter 8) BIS underestimated TBW (3.1 L) and ICW (3.7 L) and overestimated ECW (0.6 L). Dividing the group in depleted and non-depleted patients revealed that TBW and ICW underestimation was only present in the non-depleted group. Other BIS variables were also different between the two groups. In depleted patients the critical frequency was 60 % higher and the membrane capacitance 40 % lower than in the non-depleted patients.

This study also includes a comparison of different screening methods, based on impedance measurements, for identifying depleted patients. The impedance vector method described in the literature, which compares the resistance and reactance at 50 kHz normalized for height (R/H and Xc/H) with reference values, failed to identify depleted patients. The ratio of the resistance index and the ideal fat free mass (iFFM) at R50, Ricw and Rinf (e.g. $(L^2/\text{Rinf}) / \text{iFFM}$) was proposed as an alternative screening tool. Application of this method resulted for R50 and Rinf in comparable sensitivity (86 %) and specificity (73 – 80 %). The ratio of Ricw failed to distinguish between depleted and non-depleted patients. It was concluded that BIS measures of body fluids in patients are influenced by the presence of depletion probably due to alterations of electrical properties of the body at the cellular level. However, for screening purposes use of the proposed ratio may be of value.

Conclusions

Reviewing the results of the studies described in this thesis leads to the conclusion that BIS with use of mixture equations is not a universally applicable approach for measuring body composition (Chapter 9). The underlying physical laws may not be valid during changes in nutritional status and during disease. Besides the volumes of fluid compartments the composition of the fluids and the electro-physical properties of membranes affect the measured R-values. The applied algorithm may only be valid in healthy persons, but not in situations where changes in membrane properties are likely as during inflammation or nutritional depletion. In Chapter 9 the impact of confounding factors is described as well as possibilities and limitations of BIS for clinical use.

Samenvatting

Inleiding

Meting van de voedingstoestand is een essentieel onderdeel van de klinische zorg. Omdat klinische depletie een negatief effect heeft op het herstel en de kans op complicaties en mortaliteit doet toenemen, is het belangrijk dat de diagnose vroeg gesteld wordt en dat de voedingstoestand van patiënten nauwkeurig wordt gevolgd. In klinisch deplete patiënten is de lichaamsscelmassa, het metabool actieve gedeelte van het lichaam, afgenomen. Meting van de lichaamssamenstelling is nodig om dit verlies te kunnen kwantificeren. Op het moment zijn er geen geschikte methodes beschikbaar voor routinematig klinisch gebruik. De meeste methodes zijn te duur, te omslachtig of geven geen betrouwbare resultaten in patiënten. Bioelectrische impedantie analyse (BIA) is een goedkope methode geschikt voor het herhaaldelijk meten van de lichaamssamenstelling aan het bed. BIA zou van waarde kunnen zijn voor klinische toepassing. De methode is gebaseerd op het meten van de weerstand die een wisselstroom in het lichaam ondervindt. Stroomgeleiding vindt voornamelijk plaats door vochtcompartimenten rijk aan elektrolyten, terwijl bot en vet als gevolg van hun hoge weerstand slechts marginaal bijdragen aan de geleiding. De elektrische weerstand van het lichaam is derhalve de basis voor berekening van de lichaamssamenstelling.

Voor het berekenen van de lichaamssamenstelling op basis van BIA metingen zijn verschillende benaderingen in gebruik. "Single-frequency" BIA (SF-BIA) meet de weerstand (R) bij één frequentie (50 kHz) en met regressievergelijkingen gebaseerd op de weerstand index (L^2/R) worden totaal lichaamswater (TBW) of vetvrije massa (FFM) berekend.

Deze benadering heeft een acceptabele nauwkeurigheid in gezonde personen, maar voor zieke mensen, vooral als er sprake is van verschuivingen tussen lichaamscompartimenten, wordt deze benadering onnauwkeurig. Bovendien is SF-BIA niet in staat intracellulair (ICW) en extracellulair water (ECW) apart te meten. Omdat klinische depletie gekarakteriseerd wordt door een afname van ICW, vaak in combinatie met ECW expansie, zijn TBW waarden niet in staat het verlies van lichaamsscelmassa vast te stellen. Nutritional assessment in een klinische setting vereist bepaling van de grootte van beide vochtcompartimenten.

"Multifrequency" BIA (MF-BIA) meet de impedantie bij verschillende frequenties. Bij lage frequenties wordt de stroom alleen door ECW geleid omdat celmembranen en contactoppervlaktes tussen weefsels zich gedragen als condensatoren. Bij hoge frequenties gaat deze eigenschap verloren en vindt er geleiding door zowel ECW als ICW plaats. Weerstanden gemeten bij lage en hoge frequenties worden gebruikt om ECW en TBW te berekenen gebaseerd op de weerstand index bij de specifieke frequenties. Bioelectrische impedantie spectroscopie (BIS) meet de impedantie bij een reeks van frequenties (meestal 50) en de data worden toegepast op een theoretisch model, het Cole-Cole model, waardoor de weerstand bij een frequentie van 0 en oneindig (R_{inf}) kan worden geëxtrapoleerd. Deze methode geeft weerstandswaarden voor ICW (R_{icw}) en ECW (R_{ecw}). Deze R -waarden kunnen worden gebruikt om vochtcompartimenten te berekenen gebaseerd op regressievergelijkingen of door gebruik te maken van vergelijkingen gebaseerd op natuurkundige wetten, de mixture vergelijkingen. Theoretisch zou deze mixture benadering minder populatie specifiek zijn dan de regressie benadering. Voor klinisch gebruik is deze methode zeer aantrekkelijk. Op dit moment is het echter onduidelijk of de mixture benadering universeel toepasbaar is.

De doelstelling van de studies gepresenteerd in dit proefschrift was de validiteit van BIS vast te stellen, met en zonder toepassing van mixture vergelijkingen, voor het meten van TBW en ECW in verschillende groepen van patiënten en voor het meten van veranderingen in deze vochtcompartimenten. TBW en ECW gemeten met BIS werden vergeleken met resultaten van gouden standaard methodes, respectievelijk de deuterium- en broom verdunnings methode. Een secundaire doelstelling was het identificeren van versturende factoren.

Patiënten met een lichaamssamenstelling afwijkend van normaal werden geïncludeerd, obese patiënten met een overmatige vetmassa, dialyse patiënten met toename van ECW, kinderen met cystic fibrosis en patiënten met maag-darmaandoeningen met afname van de lichaamscelmasse.

Obesitas

In een populatie met een variërend overgewicht werden de regressie en mixture benadering vergeleken (Hoofdstuk 2). Terwijl de regressie methode zowel TBW als ECW onderschatte met 1.1 L onderschatte de mixture approach alleen ECW met 0.8 L. De correlaties met de verdunningsmethodes en de standaard meetfouten (SEEs) voor TBW en ECW waren vergelijkbaar voor de twee benaderingen. Verdere analyse van de mixture benadering toonde aan dat meetfouten van TBW en ECW correleerden met de Quetelet index. Herberekening van de constanten gebruikt in het model toonde aan dat K_{ecw} , een constante in de vergelijking waarmee ECW wordt berekend, en de specifieke weerstand van ECW (ρ_{ecw}) en ICW (ρ_{icw}) ook correleerden met de Quetelet index. Geconcludeerd werd dat de mixture benadering iets nauwkeuriger was dan de regressie benadering, maar niet gevoelig genoeg voor klinisch gebruik in de individuele patiënt. De bevinding dat de constanten gebruikt in de mixture vergelijkingen variëren met de mate van overgewicht dient verder bestudeerd te worden om het model te optimaliseren.

Morbide Obesitas

In patiënten met morbide obesitas die een maagverkleiningsoperatie ondergingen werd de nauwkeurigheid van BIS voor het meten van veranderingen in lichaamssamenstelling tijdens gewichtsverlies getest. (Hoofdstuk 3). Patiënten werden gemeten voor de operatie en 2 weken, 3 maanden en een jaar na operatie. Het gemiddelde gewichtsverlies na een jaar bedroeg 53 kg, waarvan 12 kg vet vrije massa was en 41 kg vetmassa. Het TBW verlies bedroeg 8.7 L en ECW verlies 4.3 L. Vergelijking van BIS met toepassing van mixture equations met de referentiemethode voor het meten van alle veranderingen over de 6 mogelijke tijdsintervallen toonde een gemiddelde overschatting van TBW en ECW verliezen (2.4 L, SD=2.9; 0.74 L, SD= 2.6) door BIS aan. De mate van overschatting correleerde met veranderingen in lichaamsgewicht en met het relatieve verlies van vetmassa, uitgedrukt als vetpercentage van het gewichtsverlies of als verandering in de triceps huidplooi. Deze bevinding kon verklaren waarom korte-termijn verliezen nauwkeuriger worden gemeten door BIS dan lange-termijn verliezen die samengaan met grote verliezen van vet. De waarden die de weerstanden van ECW en ICW zouden moeten hebben voor een ideale overeenkomst tussen BIS en de gouden standaard en de veranderingen in deze waarden werden berekend en vergeleken met de werkelijk gemeten waarden. De gemeten veranderingen van R_{ecw} en R_{icw} waren kleiner dan de verwachte veranderingen. De factor lichaamsgewicht in de mixture vergelijkingen, die gebruikt wordt om het totaal lichaamsvolume te berekenen, zou verantwoordelijk kunnen zijn voor deze bevindingen. Als mogelijke verklaring werd geopperd dat het werkelijk geleidend lichaamsvolume in obese personen overschat wordt door mixture vergelijkingen.

Vergelijking tussen de regressie en de mixture benadering voor het meten van veranderingen in lichaamssamenstelling tijdens grote gewichtsverliezen toonde aan dat relatieve veranderingen in de weerstand index van R_{ecw} , R_{icw} en R_{inf} in dezelfde orde van grootte waren als relatieve veranderingen in ECW, ICW en TBW, terwijl de mixture vergelijkingen systematisch lange-termijn verliezen in vochtcompartimenten overschatten (Hoofdstuk 4). Deze resultaten bevestigen de veronderstelling dat mixture vergelijkingen de veranderingen in geleidend lichaamsvolume overschatten tijdens grote gewichtsverliezen.

Hemodialyse patiënten

In hemodialyse patiënten onderschatte BIS met gebruik van mixture vergelijkingen TBW met 6.9 L en ECW met 2.3 L (Hoofdstuk 5). Bovendien waren betrouwbaarheidsintervallen erg groot. De meetfout van BIS correleerde significant met de relatieve grootte van de TBW en ECW compartimenten, uitgedrukt als TBW:lichaamsgewicht en ECW:lichaamsgewicht. In tegenstelling tot de slechte overeenkomst tussen absolute vochtvolumes gemeten met BIS en de dilutie-methode correleerden veranderingen in ECW gemeten met BIS significant met veranderingen in lichaamsgewicht zowel tijdens geïsoleerde ultrafiltratie ($r=0.83$) als tijdens hemodialyse ($r=0.76$). Deze correlatie werd echter niet gevonden voor TBW veranderingen.

Segmentele metingen

In Hoofdstuk 6 werden resultaten van de traditionele hand-voet metingen vergeleken met hand-hand en voet-voet metingen als alternatieve metingen voor klinisch gebruik. Om het effect van de lichaamsvorm te kunnen bestuderen werden metingen verricht in een populatie variërend in mate van overgewicht. Recw, Ricw en R50 waarden van de hand-voet metingen konden nauwkeurig worden beschreven als functie van Recw, Ricw en R50 waarden van de twee alternatieve metingen. De mate van overgewicht had geen invloed op deze relatie. Echter, de relatieve omtrek van armen en benen (uitgedrukt als de ratio omtrek arm / omtrek been) en de lengte van de romp beïnvloedden de relatie tussen R-waarden van de verschillende metingen. De nauwkeurigheid van TBW, ECW en ICW voorspellingen gebaseerd op weerstand-indexen van R-waarden afkomstig van hand-hand metingen was vergelijkbaar met de traditionele hand-voet metingen. De voet-voet metingen waren iets minder nauwkeurig.

Cystic fibrosis

In kinderen met cystic fibrosis werd de validiteit van BIS met mixture vergelijkingen voor het monitoren van de lichaamssamenstelling vergeleken met de dilutie methodes, met dual energy X-ray absorptiometry (DXA) en de huidplooi methode (Hoofdstuk 7). Kinderen werden drie keer gemeten met tussenposen van 6 maanden. BIS onderschatte TBW met 2.9 L, vetvrije massa (FFM) met 3.4 kg en overschatte vetmassa (FM) met 4.3 kg. Resultaten van de huidplooi methode waren meer in overeenstemming met DXA dan resultaten van BIS. Veranderingen in lichaamscompartimenten gemeten met BIS of de huidplooien verschilden niet van veranderingen gemeten met de referentie methodes. Veranderingen in TBW, ECW en FFM berekend met de mixture vergelijkingen waren echter niet significant gecorreleerd met veranderingen gemeten met de dilutie methoden en DXA. Veranderingen in de weerstand index bij lage frequenties, L^2/Recw en $L^2/\text{R50}$, correleerden echter wel met veranderingen in FFM gemeten met DXA. Er werd verondersteld dat de goede resultaten van de huidplooi-methode vergeleken met BIS verklaard kunnen worden door de bijdrage van de factor gewicht in de vergelijkingen waarmee de som van de huidplooien wordt omgezet in vet- en vetvrije massa. Aangezien de som van de huidplooien niet veranderde tijdens de studieperiode waren de berekende veranderingen in FFM en FM veroorzaakt door gewichtsveranderingen. De slechte overeenkomst tussen BIS en de referentiemethodes voor het meten van veranderingen zou het gevolg kunnen zijn van het feit dat veranderingen relatief gezien erg klein waren of doordat er ziekte specifieke veranderingen in membraan eigenschappen optraden.

Maag Darmziekten

In patiënten met maag-darmaandoeningen (Hoofdstuk 8) onderschatte BIS TBW (3.1 L) en ICW (3.7 L) en overschatte ECW (0.6 L). Opsplitsing van de groep in een deplete en niet-deplete groep bracht aan het licht dat TBW en ICW alleen in de niet deplete groep werden onderschat. Andere BIS variabelen waren ook verschillend tussen de twee groepen. In de deplete patiënten was de kritieke frequentie 60 % hoger en de membraan capaciteit 40 % lager dan in de niet-deplete patiënten.

In deze studie werden ook verschillende screenings-methoden, gebaseerd op impedantiemetingen, voor het identificeren van deplete patiënten getest. De in de literatuur beschreven impedantie vector methode, die de weerstand en reactantie (X_c) bij 50 kHz, genormaliseerd naar lengte (R/H en X_c/H), vergelijkt met normaal waardes, was niet in staat deplete patiënten te identificeren. De ratio van de weerstandsindex en de ideale vetvrije massa (iFFM) bij R50, R_{icw} en R_{inf} (bv $(L^2/R_{inf}) / iFFM$) werd geïntroduceerd als een alternatieve screeningsmethode. Toepassing van deze methode resulteerde voor R50 en R_{inf} in vergelijkbare sensitiviteit (86%) en specificiteit (73 – 80 %). De ratio berekend met R_{icw} bleek ongeschikt voor het onderscheiden van deplete en niet deplete patiënten. Er werd geconcludeerd dat de waardes van vochtcompartimenten verkregen met BIS beïnvloed worden door de aanwezigheid van depletie, waarschijnlijk als gevolg van veranderingen in elektrische eigenschappen van het lichaam op cellulair niveau. Voor screeningsdoeleinden kan de voorgestelde ratio echter wel van waarde zijn.

Conclusies

De resultaten van de studies gepresenteerd in dit proefschrift overziend concluderen we dat BIS met gebruik van mixture vergelijkingen geen universeel toepasbare methode voor het meten van de lichaamssamenstelling is (Hoofdstuk 9). De natuurkundige wetmatigheden waarop de methode gebaseerd is zijn waarschijnlijk niet geldig wanneer er veranderingen in de lichaamssamenstelling optreden en tijdens ziekte. Niet alleen de grootte van de vochtcompartimenten maar ook de samenstelling ervan en de electro-fysische eigenschappen van membranen hebben invloed op de waarde van de weerstand die gemeten wordt. Waarschijnlijk zijn de toegepaste vergelijkingen alleen geldig voor gezonde personen, maar niet in patiënten waar veranderingen in membraan eigenschappen waarschijnlijk zijn zoals tijdens sepsis en klinische depletie. De invloed van storende factoren, mogelijkheden en beperkingen van BIS voor klinisch gebruik worden beschreven in Hoofdstuk 9.

